中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(1):032~038 (1983)

檬果腋花穗之誘引[1]

許 仁 宏[2]

摘要　腋花芽分化大致與頂芽分化相似，只是體積較小，不到頂芽的½。從剪穗到初步分化成花芽約需12—20天。

海頓最容易形成花穗，凱特其次，愛文較差。

不管剪掉當年生枝條，去年生枝條，甚至前年生枝條，都可以長出花穗者，只是愈老的枝條其長穗的活力愈低，此可作爲以後機械修剪的參考資料。

直徑與每枝條平均穗數呈正相關（r=0.21**），但與穗長無關；角度與穗長呈負相關（r=−0.30**），但與每枝條平均穗數無關。

檬果（*Mangifera indica* L.）摘去頂花穗誘引腋花穗的形成，在實際利用上有兩個方向：一是調節產期，增加收益；一是避開天災（如寒害），確保生產。調節產期應用方面，本省的實例爲南投縣水里鄉上安村的檬果園，利用腋花穗誘引配合晚生品種凱特，以及該地冷涼氣候，使果實在九月末到十月中收穫，此時全省檬果稀少，因而商品價值提高。但農民在使用這個方法時，發現有時去花穗後，並不會形成腋花穗，而却長出葉梢，此種原因尚待進一步探討。避開寒害等天災，以確保產量，國外有以色列[7]與印度[15]的實例，但本省亦尚無報告。

本試驗在探討剪穗誘引腋花穗形成的一般反應，以作爲今後農民使用此法的參考。

材料與方法

自民國六十九年十二月十九日起，分三次處理。每次選擇76枝生育狀況相似，已開小花約佔全花穗½—⅔的當年生枝條。由枝條頂端（花穗基部）下方5公分處剪掉，其中36枝枝條各在第0、3、6、9、12、15、20、25、30天剪下4枝條，固定最上端腋芽切片觀察，切片處理方法與前報告相同[2]。剩下40枝枝條，於修剪後第50天計算腋花穗形成百分率，平均穗數與穗長。調查探討枝條直徑、角度、修剪長短以及剪穗前花穗長度與腋花穗形成率的相互關係。處理日期與品種列於表1，氣象資料列於表2。

表1.　試驗時期與使用的品種和處理

Table 1. Time, varieties and treatments used in the experiment

時期 Time	品種 Varieties	處理 Treatments
69年12月19日 —70年2月6日 Dec. 19th, 1980 —Feb. 6th, 1981	海頓 Haden	詳見材料與方法文中敍述 76 branches with panicles about 30 cm long and 50% to 75% of their flower blooming or bloomed were selected. The

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1079號。

2. 鳳山熱帶園藝試驗分所果樹系助理研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

		upper 5 cm of these branches were pruned. Lateral buds at the top of four branches selected randomly were fixed and paraffin sectioned at 0, 3rd, 6th, 9th, 12th, 15th, 20th, 25th, and 30th day. The remaing 40 branches were investigated for percentage of flower formed, number and length of the panicles at 50th day after pruning.
70年1月1日 —70年3月16日 Jan. 1st, 1981 —Mar. 16th, 1981	海頓 Haden	同上 —do—
70年2月19日 —70年4月9日 Feb. 19th, 1981 —Apr. 9th, 1981	海頓 愛文 凱特 Haden Irwin Keitt	同上 —do—

表2. 試驗期間果園的溫度和雨量資料

Table 2. Climatic informations throughout the experiment

時期 Period	溫度 Temperature		雨量 Precipitation (mm)
	Avg (°C)	Min (°C)	
Dec. 19th, 1980 —Feb. 6th, 1981	17.5	11.9	2.2
Jan. 1st, 1981 —Mar. 16th, 1981	20.3	16.2	0.7
Feb. 19th, 1981 —Apr. 9th, 1981	22.6	17.9	229.7

結果

(一) 腋花芽的分化過程

海頓檬果腋花芽分化的過程，大略分爲四個階段（圖1），第一階段芽體在1厘米以下，鱗葉扁平環抱半圓形的莖頂。第二階段側芽稍膨大，鱗葉有往上直立的趨向，莖頂體積變大，由四周往外分生側生小花穗原始組織。第三階段側生小花穗原始組織已長出，芽體長度在 1.5厘米以上。第四階段芽長在3厘米以上，鱗葉直立，已爲很明顯的花芽。

(二) 不同剪穗期對腋花芽分化速度與花穗形成率的影響

表3爲海頓檬果在三個時期剪穗後，其腋花芽分化程度與長度的比較，69年12月19日剪穗的處理到20日後迅速分化（1％水準顯著）。其芽體也極顯著地增長。70年1月26日剪穗的處理在12日即達第二階段以上分化，15日有極顯著的差異，長度在15日才極顯著地增長。70年2月19日的處理在12日亦分化至第二階段，採芽日期間芽體分化與芽長的差異在30日達5％水準顯著，剪穗期之間分化速度差異不顯著，芽長則有極顯著的差異。剪穗50天後調查側花穗形成的比率很高，都在90％以上，但二月十九日剪穗的處理較低，花穗數也有相同趨向，平均穗長則無差異（表4）。

(三) 不同品種間腋花芽分化速度與花穗形成率的比較

表5爲海頓、愛文、凱特三品種分化期與腋芽長度的比較，海頓在剪穗後12日即達第二階段，但處理間分化期與芽長的差異，在第30天才達極顯著；愛文在第20天才分化到第二階段；採芽處理間差異均不顯著；凱特在第15天可分化到第二階段，採芽處理間差異亦不顯著。品種間腋芽分化有極顯著差異，海頓遠較愛文與凱特分化迅速；芽長間無差異。

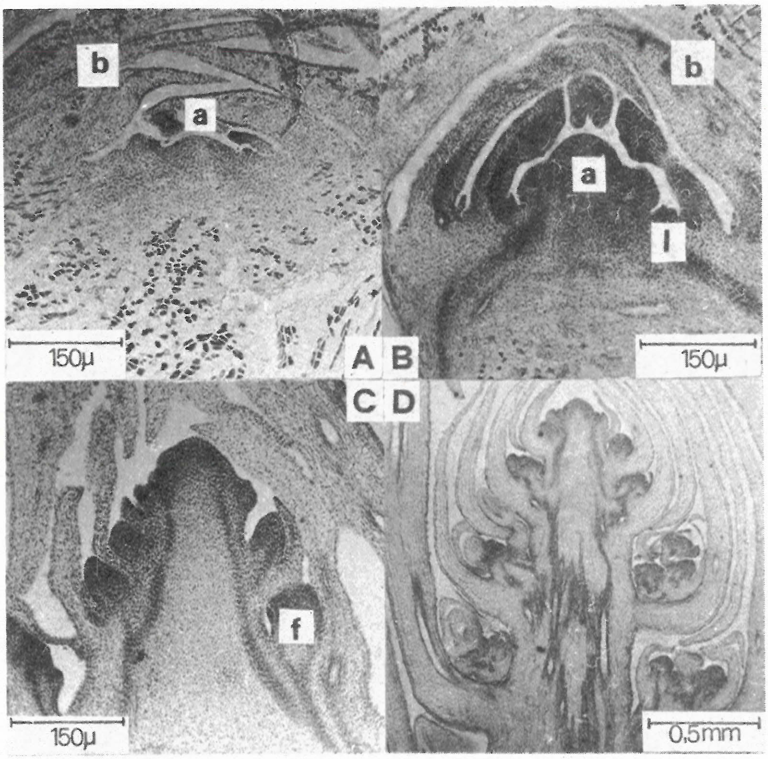

圖1.檬果腋花芽分化過程中四階段內部解剖構造圖 a：莖頂，b：鱗葉，f：花原組織，l：側芽

Fig. 1. Photomicrographs showing the floral development of an axillary bud in Haden mango.
a : apex, b : bud scales, f : floral primordia, l : lateral bud.

表3. 海頓檬果在不同剪穗期剪穗後，腋花芽分化程度與長度的比較

Table 3. Axillary floral bud differentiation of Haden mango as affected by de-blossoming dates.

Treatment (days)	De-blossoming dates		
	Dec. 19th, 1980	Jan. 1st , 1981	Feb. 19th, 1981
0	1.0^z (0.97)^y	1.0(0.75)	—
3	1.0 (0.99)	1.0(1.05)	1.0(0.71)
6	1.0 (1.10)	1.5(0.62)	1.5(0.99)
9	1.0 (0.81)	—	1.5(1.37)
12	1.5 (1.10)	2.0(1.20)	2.0(1.31)
15	1.0 (0.78)	3.0(2.14)	2.5(1.19)
20	3.5 (3.72)	4.0(3.82)	2.5(1.67)
25	2.5 (1.71)	—	3.0(1.77)
30	4.0 (7.00)	4.0(5.38)	4.0(2.69)

z : mean value of the 4 differentiating stages.

y : bud length ; mm

LSD between treatments 0.84** (0.87)**.

LSD between de-blossoming dates N. S. (0.51*)

表4. 不同剪穗期剪穗50天後腋花芽形成百分率，每枝條花穗數及花穗長度的比較（40枝條平均）

Table 4. Inflences of de-blossoming dates on axillary flower formation, number and length of panicles in Haden mango 50 days after pruning (Average of 40 branches)

Treatment	Axillary flower formed (%)	No. of panicles per branch	Average length (cm)
Dec. 19th, 1980	100.0	3.4	10.4
Jan. 1st , 1981	97.5	3.0	9.3
Feb. 19th, 1981	90.0	2.0	10.6
LSD		1.2*	N. S.

剪穗50天後，海頓所形成腋花的比率最高，達90%，其他兩個品種相差很大，在20%以上，但花穗數與平均穗長却沒有差異（表6）。

表5. 不同品種腋花芽分化速度與長度間的比較

Table 5. Axillary floral bud differentiation of mango as affected by different varieties.

Treatments (days)	Varieties		
	Haden	Irwin	Keitt
0	—	—	—
3	1.0^z (0.71)^y	1.0(0.78)	1.0(0.55)
6	1.5 (0.99)	1.0(0.45)	1.0(0.63)
9	1.5 (1.37)	1.0(1.05)	1.0(0.73)
12	2.0 (1.31)	1.0(0.75)	—
15	2.5 (1.19)	1.5(1.03)	2.0(1.13)
25	3.0 (1.77)	2.5(2.08)	2.5(1.44)
30	4.0 (2.69)	2.0(1.25)	1.5(1.21)

z, y : See table 3

LSD between treatments 0.67** (0.56)**

LSD between varieties 0.39* (N. S.)

表6. 不同品種剪穗50天後腋花穗形成百分率、每枝條花穗數以及花穗長度的比較（70.2.19剪穗）

Table 6. Responses of different mango varieties to de-blossoming treatment in axillary flower formation, number and length of panicles 50 days after pruning (de-blossomed on Feb. 19th, 1981).

Varieties	Axillary flower formed (%)	No. of panicls per branch	Average length (cm)
Haden	90.0	2.0	10.6
Irwin	60.0	1.4	9.8
Keitt	70.0	1.2	9.9
LSD		N. S.	N. S.

（四）植株狀況與腋花芽形成的關係

剪穗前花穗的長短（5公分到30公分）與腋花穗形成數目有關係，但只有在花穗長5公分時剪穗，所形成的腋花穗數較多（平均每枝條5穗），其餘長度間差異不大。修剪枝條的長度與腋花穗形成之間有密切的關係，一般而言，枝條修剪愈長，花穗形成的比率愈低（表7），但平均穗長則無固定趨向可循。

枝條直徑與穗數呈正相關($\gamma=0.21^{**}$)，但與穗長無關。枝條角度與穗長呈負相關($\gamma=-0.30^{**}$)，但與穗數無關。

只摘花穗的枝條，其平均腋花穗孕育時間較剪穗枝條快約5天。

表7. 不同剪枝長度對腋花穗形成數目與花穗長度的影響（每處理20枝條平均數）

Table 7. Effects of pruning length on the formation of axillary panicle in mango. (Average of 20 branches each)^z

Treatment (branch length)	Average panicles per branch	Average panicle length (cm)
5 cm	4.3	6.2
15 cm	2.5	7.8
30 cm	2.3	9.8
40 cm	1.5	7.0
LSD	0.7*	1.6*

z : Branches with panicles 30 cm long and 50% to 75% of their flowers blooming or bloomed.

圖2. 凱特檬果在摘花處理後，部分枝條同時長出新梢與花穗

Fig. 2. Sprouting shoots and inflorescences arise simultaneously from a branch of Keitt mango after de-blossoming treatment.

討　論

檬果腋花芽的分化過程和頂花芽[2]相似，但體積較小；外部形態最大的不同在於前期鱗葉呈扁平地環抱。分化時間海頓品種最快爲6天，但一般要12天；愛文與凱特的分化速度較海頓慢，大約要15到20天（表5）。此結果與 Reece 等人[12]與 Alcala 與 Pedro[3]的結果相近，至於植株間分化時間差異可能是植株、枝條的狀況、環剝與否及環境的差異所影響[12]。

在一月和二月剪穗的處理，腋花芽分化的速度較十二月剪穗者快，此結果與頂花芽的分化相類似[2]。芽長在不同日期的起伏不定，推想是因爲植物體本身的狀況所引起。腋花穗的形成率可能與氣溫的高低有關，二月剪穗的處理因氣溫漸漸升高，花穗形成率也降低。但植株因結實而消耗大量養分的因素，也應考慮在內。短暫的雨量沒有造成分化速度加快，或穗長增加，可能是樹體的緩衝作用或雨量不够充沛所致。

檬果品種對剪穗促成腋花穗有不同的反應，其差距由100%到16%[14]。本試驗的結果顯示海頓品種是一種很容易長出腋花芽的品種，而愛文與凱特則較差（表6），凱特有時腋花芽與腋枝同時長出（圖2），此種現象在營養或開花激素觀點上[13]很難解釋。由於海頓開花較早，結果率較低，去穗後腋花穗形成的百分率高，因此國外已有人應用於實際增產上[7,15]，但這可能只限於環境不適的地區或年份，如果在環境適宜的地區或年份，則無增產的效用[1]。

爲了降低果園管理的成本，以機械來修剪果樹已在世界各地發展，如以色列的矮性桃[6]，匈牙利的蘋果[8]，美國的蘋果[5]、來母與檸檬[17]以及澳洲的晚侖西亞甜橙[4]等。檬果花穗通常由當年生枝梢抽出[9,16]，而且分化時間很短[2]，所以很適合機械修剪。表7的結果配合印度的資料[10,11]，可供本省檬果機械與人工修剪參考。

只摘花穗枝條的分化速度較快，可能與頂芽優勢（花穗旁邊的芽與花穗下方5公分的腋芽比較）或營養狀況有關，在實際利用上有其價值。

枝條直徑與穗數呈極顯著正相關，但與穗長無關，可能因蓄積與製造營養份的能力差別所造成。角度愈小，穗長愈長的結果和下垂枝條碳氮比較高的傳統觀念相吻合，但進一步的生理研究應可更合理地解釋。

誌謝：本試驗承國科會補助部分研究經費（NSC71-0409-B053a-01）與顏昌瑞先生協助統計分析，得以順利完成。文稿並蒙沈分所長再發與陳主任敏祥釜正，謹此一併誌謝。

引用文獻

1. 沈再木，1979。檬果開花結果生理之研究。國立中興大學碩士論文。
2. 許仁宏，1981。檬果的花芽分化。科學發展月刊9：865-870.
3. Alcala, P. E. and A. S. Pedro. 1953. Bud differentiation in smudged mango trees. philip. Agric. 24 : 27-40.
4. Bacon, P. E. 1981. The effect of hedging time on regrowth and flowering of mature valencia orange trees. Aust. J. Agric. Res. 32 : 61-68.
5. Cain, J. C. 1971. Effect of mechanical pruning of apple hedgerows with a slotting saw on light penetration and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 664-667.
6. Erez, A. 1980. The fresh market peach medow orchard : the mechanized and the intensive high-yield systems. Acta Hort. 114 : 285-291.
7. Gazit, S. 1975. Increasing the bearing capacity of mango by removal of early-season inflorescence. Sci. Act. 71-74; Subtrop. Hort. 93-94. Institute of Horticulture, Agric. Res. Organ., Ministry of Agriculture, Israel, 1975.

8. Gyuro, F., S. Velich, J. Geiszler and B. Sipos. 1980. The apple curtain system for mechanization. Acta Hort. 114 : 255-261.
9. Mukherjee, S. K. 1953. The mango-its botany, cultivation, uses, and future improvements especially as observed in india. Econ. Bot. 7 : 130-162.
10. Rao V. N. M., and K. G. shanmugavelu. 1973. Mango responses to pruning. Indian Hort. 20 (3) : 3-6.
11. Rao, V. N. M. and J. B. M. MD. A. Khader. 1979 More about mango pruning. Indian Hort. 23 (4) : 2-5.
12. Reece, P. C. , J. R. Furr, and W. C. Cooper. 1949. Further studies of floral induction in the Haden mango (*Mangifera indica* L). Amer. J. Bot. 36 : 734-740.
13. Sing, L. B. 1962. A new technique for inducing early fruiting in mango hybrids based on the movement of hormones. Proc Fla. State Hort. Soc., 75 : 410-412.
14. Singh, L. B. and R. N. Singh 1956. Floral induction in axillary buds of mango shoots. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68 : 265-267.
15. Singh, R. N., P. K. Majumder, D. K. Sharma, G. C. Sinha, and P. C. Bose. 1974. Effect of deblossoming on the productivity of mango. Scientia Hort. 2 : 399-403.
16. Sturrock, T. T. 1966. The mango inflorescence. Proc. Fla. State Hort. Soc. 79 : 366-369.
17. Young, T. W. and R. C. J. Koo. 1973. Effect of hedging on yield of lemon and lime trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 83 : 443-448.

Axillary Panicle Induction in Mango (*Mangifera indica* L.)[1]

Zen-Hong Shu[2]

Summary

There are two main advantages in the induction of axillary panicles of mango. The first is to escape from bad weather condition and the other to produce off-season fruits.

To realize the respones to the induction in commercial varieties, experiments were conducted to understand to anatomical changes of buds, the influences of de-blossoming dates, the effects of different varieties and the effects of plant conditions.

Haden is identified to be the most panicle-inducible variety. It takes twelve to twenty days from pruning to the initiation of floral bud. Higher temperature and fruit loading are suggested to be the reasons for the inability in panicle induction.

---

1. Contribution No. 1079 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Horticulturist, Department of Tropical Fruits, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan 830, ROC.